International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)
Peer-Reviewed Journal
ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O)
Vol-10, Issue-9; Sep, 2023
Journal Home Page Available: https://ijaers.com/
Article DOI:https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.109.7

Analysis of Air Quality in Parque Vaca Brava

Análise da Qualidade do Ar no Parque Vaca Brava

Fernando Ernesto Ucker[1], Tarek Chaher Kalaoun[2], Renan Krupok Matias[3], Fábio Henrique Casarini Gerônimo[4], Leticia Chaves Fonseca Ucker[5], Rosane de Paula Castro[6], Elisângela de Souza Silva[7]

[1] Coordenador e Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: fernando@uniaraguaia.edu.br
[2] Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: tarekkalaoun@uniaraguaia.edu.br
[3] Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: renan.matias@uniaraguaia.edu.br
[4] Professor do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: fabio.geronimo@uniaraguaia.edu.br
[5] Professora do Departamento de Engenharias, Instituto Federal de Goiás, Valparaíso de Goiás – GO – Brasil,
Email: leticia.chaves@ifg.edu.br
[6] Professora do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: rosanecastro@uniaraguaia.edu.br
[7] Aluna do Departamento de Engenharias, Centro Universitário Araguaia, Goiânia – GO – Brasil,
Email: elisssouza@hotmail.com

Received: 06 Aug 2023,

Receive in revised form: 14 Sep 2023,

Accepted: 23 Sep 2023,

Available online: 30 Sep 2023

***Keywords* — Carbon monoxide, Air pollution, Health effect.**

***Palavras-chave* — Monóxido de carbono, Poluição do ar, Efeito na saúde.**

Abstract — *Global concern about climate change is present in different segments of society. These changes can also be measured by, for example, air quality standards in urban centers. The objective of this work is to monitor and analyze the amount of carbon monoxide of vehicular origin due to the burning of non-renewable fuels around the Vaca Brava Park, and to evaluate the consequences that this pollutant brings to the health of the population and to the environment. Park Vaca Brava is in the municipality of Goiânia, has an area of 79,890.63 m^2. Samples were taken at three points in the Park, in the main busiest avenues in its surroundings, and the fourth sample was carried out inside the Park to compare the amount of carbon monoxide with the other points. These points were chosen because they present a large volume of people that pass in the place for the practice of physical exercises, and also for having a large agglomeration of vehicle in its surroundings, as a result of the commerce being quite busy in this region, due to this, the traffic vehicle is quite intense. In the period of study carried out in the park, there was a small change of this pollutant in November 2022, February, March and May 2023, in the other months no CO value was detected. It was also observed that the values of carbon monoxide in most of the months studied were not detected by the device. The green area of the park is quite important to regulate the air quality in this region and make it fresher and healthier for those who frequent the place.*

Resumo *— A preocupação global com as mudanças climáticas está presente em diferentes segmentos da sociedade. Estas mudanças também podem ser medidas, por exemplo, pelos padrões de qualidade do ar nos centros urbanos. O objetivo deste trabalho é monitorar e analisar a quantidade de monóxido de carbono de origem veicular proveniente da queima de combustíveis não renováveis no entorno do Parque Vaca Brava, e avaliar as consequências que esse poluente traz para a saúde da população e para o ambiente. O Parque Vaca Brava fica no município de Goiânia, possui área de 79.890,63 m2. As amostras foram coletadas em três pontos do Parque, nas principais avenidas de maior movimento do seu entorno, e a quarta amostra foi realizada dentro do Parque para comparar a quantidade de monóxido de carbono com os demais pontos. Esses pontos foram escolhidos por apresentarem um grande volume de pessoas que passam no local para a prática de exercícios físicos, e também por possuir uma grande aglomeração de veículos em seu entorno, em decorrência do comércio ser bastante movimentado nesta região, por conta disso, o trânsito de veículos é bastante intenso. No período de estudo realizado no parque, houve pequena alteração deste poluente em novembro de 2022, fevereiro, março e maio de 2023, nos demais meses não foi detectado valor de CO. Observou-se também que os valores de monóxido de carbono na maioria dos meses estudados não foram detectados pelo aparelho. A área verde do parque é bastante importante para regular a qualidade do ar desta região e torná-lo mais fresco e saudável para quem frequenta o local.*

I. INTRODUÇÃO

A preocupação global com as mudanças climáticas está presente nos diferentes segmentos da sociedade. Estas mudanças também podem ser mensuradas, por exemplo, por meio de padrões de qualidade do ar em centros urbanos. Esses indicadores, além de evidenciarem os impactos da poluição atmosférica, destacam que os efeitos adversos das emissões antrópicas podem ser verificados com o aumento de incidências de doenças respiratórias e cardiovasculares nas populações urbanas (GERAVANDI et al., 2015).

Assim, a gestão pública reconhece a importância dos programas de gerenciamento da qualidade do ar como forma de fiscalizar as atividades potencialmente poluidoras e garantir um desenvolvimento ecologicamente equilibrado. No entanto, a implantação de programas tradicionais de monitoramento, como o que preconiza a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA), requer grandes orçamentos e profissionais especializados para sua efetividade (SNYDER et al., 2013).

A Agência Internacional de Investigação em Câncer IARC (2013) classificou a poluição do ar como cancerígena para os seres humanos. Nesse sentido, a poluição atmosférica é um importante fator para o desenvolvimento e exacerbação de doenças respiratórias, como asma, doença pulmonar obstrutiva crônica e câncer do pulmão, bem como um impacto substancial na doença cardiovascular. Essa poluição é causada pelas emissões de veículos automotores, que carregam diversas substâncias tóxicas, que em contato com o sistema respiratório podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde.

O Brasil, como todo país em desenvolvimento, apresenta um crescimento expressivo na frota veicular de suas regiões metropolitanas Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016). Ainda de acordo com o autor supracitado, nas áreas metropolitanas, o problema da poluição do ar tem constituído numa das mais graves ameaças à qualidade de vida de seus habitantes. Em geral, os veículos automotores são os principais causadores da poluição do ar, essa poluição é causada em grande parte pelo monóxido de carbono (CO), que é uma substância inodora, insípida e incolor.

É considerado um gás tóxico porque se liga rapidamente a hemoglobina do sangue, formando um composto estável, a carboxihemoglobina, que impede a hemoglobina de se ligar ao oxigênio e transportá-lo aos pulmões. Altas concentrações de CO estão associadas a centros urbanos com intensa circulação de veículos (BRAGA et al., 2002).

De acordo Moreau e Siqueira (2011), o CO também reage com a molécula de Hb por um processo muito parecido ao do O2, formando desta forma, a

carboxihemoglobina (COHb). Quando em elevadas concentrações no ar inspirado, o CO entrará em uma competição no sangue, com o O2 pelas moléculas de Hb. A consequência dessa ação é que o Fe da Hb se liga com mais força ao CO do que ao O2, este processo ocorre através de uma ligação covalente estável. Desta forma, a Hb dificilmente estará livre para transportar o O2. Portanto, quanto maior a quantidade de CO inalado, maior será a quantidade de moléculas de Hb impossibilitadas de transportar O2, tendo como consequências graves danos à saúde (MOREAU; SIQUEIRA, 2011).

Já para Bohm (2014), o bom funcionamento dos órgãos, é necessário à oxigenação das células. Entretanto, alguns órgãos precisam de mais oxigenação que outros, assim, o sistema nervoso central é o maior consumidor de O2, tornando-o muito sensível a falta deste gás. A formação da carboxiemoglobina (COHb) e a manifestação de sinais e sintomas clínicos dependem principalmente da concentração do CO no ar atmosférico inspirado, do período de exposição, do tipo de atividade física e da susceptibilidade individual (GILMAN, 2003). A concentração natural de COHb no sangue de pessoas não fumantes é de aproximadamente 0,5% (valor de referência para essa população), devido a produção endógena de CO durante a primeira etapa da degradação do grupo heme. A estimativa percentual da COHb no sangue da população é empregada como IB de exposição ao CO na monitoração biológica (MB) (OGA; CARMARGO; BATISTUZZO, 2003).

Com o crescimento da frota de veículos de forma desordenada, as alterações antrópicas são os principais motivos que contribuem para a poluição do ar, principalmente nas áreas urbanas com pouca vegetação e arborização. O monóxido de carbono é um dos principais contribuintes para a má qualidade do ar nas regiões urbanas, principalmente em período de estiagem. Com base nisso, analisar a qualidade do ar na região do parque vaca brava é de grande importância para a população que frequenta o parque em horário que a quantidade de circulação de veículo é grande neste local. O intuito é avaliar se esses gases estão de acordo com os parâmetros da legislação brasileira atual.

Conforme a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2015), as emissões de gases poluentes de um veículo automotor ocorrem de três maneiras: pela queima de combustível do motor (emissão de escapamento), pela evaporação do combustível armazenado no veículo, seja durante o uso ou o repouso do veículo, (emissão evaporativa), e por gases gerados durante o processo de abastecimento do tanque de combustível do veículo (emissão de abastecimento). Esta última forma de emissão passou a ser analisada com mais detalhes pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) a partir de 2015.

O objetivo desse trabalho é monitorar e analisar a quantidade de monóxido de carbono no parque Vaca Brava, devido queima dos combustíveis não renováveis e avaliar as consequências que este traz para a saúde da população e para o meio ambiente. Além de identificar o horário mais vulnerável e de maior incidência dessa poluição, sabendo que o tráfego de veículos é bastante intenso neste local.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo em questão foi realizado em pontos estratégicos no entorno do parque Vaca Brava. Conforme dados da Prefeitura de Goiânia (2007), o Parque Vaca Brava, localizado no município de Goiânia, possui área de 79.890,63 m^2. Segundo o Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo de Goiás (CAU-GO) a vegetação do parque está dividida por área. Nas áreas próximas a nascente há densa vegetação remanescente da mata de galeria, com exemplares de até 5 metros de altura. Nas áreas próximas ao lago, encontra-se vegetação rasteira (grama) e nas proximidades das áreas de ginástica observam-se plantas ornamentais.

A vegetação do parque é então composta por espécies nativas e exóticas, de acordo com Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo de Goiás (CAU-GO, 2012). Nas suas proximidades tem shopping, bares, hospital, faculdade, supermercados, grandes edifícios e vários comércios, gerando fluxo instenso de automóveis. A Figura 1, mostra as localização dos 4 pontos de amostragens no parque.

Fig 1: Localização do Parque Vaca Brava e dos pontos da coleta de monóxido de carbono (Google Earth Pro, 2023).

Os pontos onde foram realizadas as amostragens da qualidade do ar estão situados nas principais avenidas do parque Vaca Brava. Também apresentam um volume de pessoas que passam no local para a prática de exercícios

físicos. Os locais de coleta foram estabelecidos da seguinte forma: Ponto 1 (P1), situado na Av. T.10 com Av. T-3, é o ponto com maior movimento de veículos. Existe um ponto de ônibus e um local para a prática de atividades físicas. Já no ponto 2 (P2), o fluxo de veículo é menos intenso, localizado no cruzamento da Av. T-3 com Av. T-12. No ponto 3 (P3), localizado no cruzamento da Av. T-66 com Av. T-15, o fluxo de veículos também é menos intenso. No último ponto de medição, ponto 4 (P4), a coleta da amostra foi realizada no interior do parque para comparar o nível de qualidade do ar com os demais pontos.

O equipamento utilizado para detectar e realizar a quantificação das concentrações dos gases poluentes foi um aparelho detector e medidor de gás portátil, modelo - NCO-01, fabricado por next. O aparelho apresenta leitura momentânea das concentrações de monóxido de carbono (CO) em partes por milhão (ppm), e temperatura em graus Celsius. O aparelho funciona da seguinte forma: na parte superior, há uma entrada de gazes que contém uma película branca, quando detecta o gás o aparelho acusa o valor de monóxido de carbono, ou seja, quando é detectado o poluente, o aparelho informa valor máximo que foi encontrado naquele momento. Após isso, volta ao valor zero para uma nova medição.

A coleta de dados foi realizada três vezes ao dia, das 07:30 às 08:30 horas, 12:30 às 13:30 horas e das 17:30 às 18:30 horas, conforme o horário de Brasília. A medição começou no mês de outubro de 2022, sempre realizada nos dias 27 e 28 de cada mês. Após o término da pesquisa esses dados foram comparados conforme os parâmetros na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emissões de origem antrópica foram intensificadas a partir da Revolução Industrial, com o aumento da demanda por fontes energéticas e o uso especialmente de combustíveis fósseis. As indústrias eram geralmente concentradas em regiões geográficas específicas, tal condição somada à ausência de políticas de controle das emissões e preocupação com os impactos de poluentes sobre a sociedade culminou no surgimento de vários problemas locais relativos à poluição atmosférica (MACHADO, 2005).

Pode-se dizer que, estudos referentes à poluição atmosférica vêm se desenvolvendo fortemente desde 1930, por conta de todos os avanços realizados pela ciência, e seu conhecimento enfático da atmosfera terrestre. As questões ambientais ganham corpo no que se referem aos estudos dos impactos e projeções de um futuro propenso à escassez de vários elementos naturais, sendo de suma importância para a continuação da vida terrestre (HELENE *et al*., 2009).

No Brasil o pioneirismo está na obra de Monteiro (1976), na qual observa-se um esforço teórico visando uma análise integrada da cidade, vendo a relação homem-natureza de forma processual e integrada. A tese do Sistema Clima Urbano (SCU), apresentada por Monteiro (1976), conjuntura três subsistemas, o Termodinâmico (I), Físico-Químico (II) e Hidrometeórico (III) visando compreender a cidade para além dos exercícios formais ou meramente baseados nas estruturas do tecido urbano ou, do ponto de vista climático, para além do contexto meramente dos dados meteorológicos.

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016), em 2015, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), as fontes móveis e fixas foram responsáveis pela emissão para a atmosfera de aproximadamente 167 mil t/ano de monóxido de carbono, 44 mil t/ano de hidrocarbonetos, 80 mil t/ano de óxidos de nitrogênio, 5 mil t/ano de material particulado e 7 mil t/ano de óxidos de enxofre. Desses totais, os veículos são responsáveis por 97% das emissões de CO, 79% de HC, 68% de NOx, 40% de Material Particulado (MP) e 22% de SOx.

De acordo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a poluição do ar é um fator determinante para o bem-estar da população. Estudos desta Instituição estimam que, em 2012, a cada 8 mortes no mundo, 1 foi atribuída à exposição a poluentes atmosféricos, tornando esse tipo de poluição o maior fator de risco ambiental para o desenvolvimento de doenças. Essas estatísticas indicaram cerca de 7 milhões de mortes ligadas a poluição atmosférica, em 2012.

Em paralelo às questões ambientais mais amplas e preocupações com impactos de longo prazo, há uma corrente de preocupação imediatista, pois o lançamento de poluentes no ambiente promove implicações sociais e econômicas em curto prazo. Os vários poluentes contribuem para desequilíbrios ambientais, mas a poluição atmosférica assume protagonismo quando o assunto se refere às doenças respiratórias. O ar poluído é significativamente danoso à saúde, dessa forma, se a população está sob atmosfera contaminada, não há alternativas pontuais a serem realizadas, mas sim ações em contextos mais amplos, tendo como objetivo a melhoria da qualidade do ar para todos os indivíduos (DAPPER *et al*., 2016).

Conforme a Resolução N° 003 da Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990) sobre padrões de qualidade do ar, as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a

segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Julga-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais e ao meio ambiente, prejudicial à segurança, ao uso e poder da propriedade e às atividades normais da comunidade.

O artigo 3° da resolução nº 003/90 do CONAMA, que estabelece os padrões de qualidade do ar, classifica o Monóxido de Carbono como padrão Primário e Secundário, e a concentração média de 8 (oito) horas, de 10.000 (dez mil) microgramas por metro cúbico de ar (9 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano. Concentração média de 1 (uma) hora, de 40.000 (quarenta mil) microgramas por metro cúbico de ar (35 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

As redes de monitoramento no Brasil seguem os mesmos problemas que o estabelecimento de padrões adequados de qualidade do ar. Em 2014, o Instituto de Energia e Meio Ambiente realizou o Primeiro Diagnóstico da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil e registrou dados alarmantes. Dentre as 27 unidades federativas, 15 não dispõem de nenhum dado referente a qualidade do ar ou o monitoramento foi realizado por um curto período. O estudo elencou três fragilidades no monitoramento da qualidade do ar. As redes que existem nem sempre monitoram a totalidade de parâmetros regulados no país, não há monitoramento contínuo e a descontinuidade compromete a representatividade dos dados apresentados (IEMA, 2014).

A má qualidade do ar tem sido associada diretamente às emissões veiculares, devido ao elevado crescimento da frota de veículos, sobretudo nos grandes centros urbanos. As projeções de agências internacionais é que no mundo, dois bilhões de veículos deverão estar nas ruas em 2050 (GTS, 2011 e EIA, 2014). No caso do Brasil, onde mais de 80% da sua população vive em áreas urbanas, admite-se que a maior parte das emissões veiculares se concentra nessas regiões (ANDERSON, 2009; CARVALHO, 2011; YAMAMOOTO *et al*., 2014).

No sistema de transportes brasileiro a gasolina (com adição de 25% de etanol), o diesel (com adição de 5% de biodiesel) e o etanol são os três principais combustíveis utilizados (MME, 2007). Basicamente, para os veículos a diesel (motores com ignição espontânea), as concentrações das espécies poluentes de maior influência são as partículas e NOx, enquanto as concentrações de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos são principalmente derivadas de veículos de ciclo Otto (motores com ignição por faísca) (ANDERSON, 2009; ACHOUR *et al*., 2011; YAO *et al*., 2013). Deste modo, ressalta-se que estas emissões são dependentes do modo de operação dos veículos. Por exemplo, veículos que operam em partida a frio emitem quantidades consideravelmente maiores que em condições estabilizadas de temperatura do motor (MANZOLI; SCHAAL, 2009).

Dentre diversas fontes produtoras de poluição, podem ser citados os veículos automotores, emissões industriais e a queima de biomassa, sendo esta última mais comum em regiões agrícolas ou de mata nativa, como no cerrado brasileiro (TELLES *et al*.,2006; ARBEX *et al*.,2012). Destaca-se entre os poluentes o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO_2), o dióxido de nitrogênio (NO_2) e o material particulado de pequenas dimensões (MP2,5), que podem provocar agressões ao organismo quando o indivíduo permanece em exposição nos ambientes com concentrações acima do limiar tolerável (BARCELLOS *et al*.,2009). Além disso, dependendo da situação climática local, estes poluentes primários podem sofrer alterações químicas dando origem a formação de poluentes secundários, principalmente o ozônio, agravando ainda mais a qualidade do ar respirado (ARÁNGUEZ *et al*.,1999; BARCELLOS *et al*.,2009).

As mudanças climáticas propriamente, em situações de altas ou baixas temperaturas, associadas com as variações da umidade relativa do ar, também têm sido descritas como diretamente responsáveis pelo comprometimento do sistema respiratório e cardiovascular (ROSA *et al*.,2008; ROGOT; PADGETT.,1976). Assim, tanto a poluição ambiental como as variações climáticas podem, de forma conjunta ou isolada, influenciar a saúde humana, principalmente das populações mais susceptíveis como idosos e crianças (BOTELHO *et al*., 2003; SILVA-JÚNIOR *et al*.,2011).

De acordo Cançado *et al*. (2006), a alta concentração de CO é considerada muito tóxica para os seres humanos, pois pode causar intoxicação aguda, deixando sequelas ou promover a morte por asfixia. A interação da hemoglobina com o CO é 240 vezes maior do que com o oxigénio (O_2), assim, carboxihemoglobina é formada em vez da oxihemoglobina.

Quando a atmosfera é rica em CO, O_2 tem dificuldade a atingir o tecido, causando morte por asfixia. A aguda afeta de envenenamento por CO são bem compreendidos. Geralmente, em pessoas saudáveis, dor de cabeça desenvolve quando as concentrações de COHb chegar a 10%; tinnitus (zumbido no ouvido) e vertigens a 20%; náuseas, vômitos e fraqueza em 20-30%; turvação da

consciência e coma em torno de 35%; e morte em cerca de 50%. No entanto, os resultados de longo prazo, a exposição de CO baixa concentração são menos bem compreendidas. Por causa da natureza crítica de fluxo sanguíneo de O_2 entrega ao coração e cérebro, estes órgãos, bem como os pulmões (o órgão primeiro a entrar em contato com o poluente), têm recebido mais atenção (SIQUEIRA *et al*. 1997; CHASIN *et al*., 1994).

Durante os Jogos Olímpicos de Atlanta, EUA, uma série de medidas foram implementadas, a fim de reduzir a poluição urbana. Durante as três semanas de jogos, o tráfico diminuiu cerca de 22%. Houve uma redução nos níveis de pico diárias de O_3 (28%), NO_2 (7%), CO (19%) e matéria particulada (MP_{10}) (16%) em comparação com os três semanas, antes e após os jogos. Nesse período, houve uma diminuição de 40% em crianças consultas por asma e um declínio de 11-19% em cuidados com a asma em todas as idades nos serviços de emergência da cidade. Durante os Jogos Olímpicos de Pequim, houve uma diminuição na PM 2,5 de 78,8 µ GM - 3 para 46,7 µ GM - 3, e em O_3 concentrações a partir de 65,8 ppb a 61 ppb e uma diminuição de 41,6% no tratamento da asma em serviços de emergência (SHAFIG *et al*. 2008 ; JOHNSON *et al*.,1999).

A frota de veículos no Brasil em 2018 chega num total de 100.746.553 milhão em todo território. Já em Goiás, esse valor é de 3.965.088 milhão, somente em Goiânia são 1.217.939 milhão de veículos nas ruas, quase um habitante por carro, de acordo o IBGE, em Goiânia possui 1.466.105 habitantes. A frota de veículos em Goiânia teve um grande crescimento nos períodos 2007 a 2013, após esse período, esse dado vem caindo de acordo com o Departamento Estadual de Trânsito de Goiás (DETRAN, 2018).

No Estado de Goiás, é objetivo da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SECIMA, 2018), expandir as ações de monitoramento da qualidade do ar de modo a incorporar novas tecnologias, que abranjam técnicas mais atualizadas de monitoramento e que permitam obter dados de poluição atmosférica referentes aos demais poluentes legislados, para diversas regiões do Estado. Desta forma, esperamos que o monitoramento da qualidade do ar possa avançar, e assim cumprir plenamente o seu papel na contribuição para o estabelecimento de ações que resultem em uma melhor qualidade ambiental no Estado de Goiás e no Brasil.

O clima predominante na região do Estado de Goiás é o tropical sazonal, de inverno seco. O Estado possui apenas duas estações sazonais, que são a seca e a chuvosa. A estação seca tem seu início no mês de abril e estende-se até a primeira quinzena de outubro. Já a estação chuvosa tem seu início na segunda quinzena de outubro e se estende até março do ano seguinte (SECIMA, 2018).

Ainda de acordo com o autor supracitado, durante a estiagem, os sistemas de alta pressão atmosférica atuam sobre a região de Goiás, promovendo uma maior estabilidade atmosférica. Desta forma, durante esse período, os eventos que favorecem a dispersão dos poluentes atmosféricos ficam bastante limitados, resultando em concentrações maiores de poluentes, esse os sistemas também inibem a formação de nuvens e a ocorrência de chuvas, o que também contribui para um aumento da concentração de poluentes nesse período.

Em 2017, esse padrão foi observado, onde a região de Goiânia passou por um período aproximado de 4 meses com ausência de chuvas. A precipitação média anual fica entre 1200 e 1800 mm, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março – estação chuvosa). Entre os meses de maio a setembro, os índices pluviométricos reduzem bastante, podendo chegar a zero, assim, a estação seca na região possui de três a cinco meses de duração (SECIMA, 2018).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados dos estudos referentes qualidade do ar no Parque Vaca Brava, no período de outubro de 2022 a maio 2023. Pôde-se observar que os valores de monóxido de carbono ficaram abaixo da legislação Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990). De acordo com o estudo realizado no parque, houve uma pequena alteração desse poluente em novembro 2022, fevereiro, março e maio de 2023. Em novembro dia 27 o valor do monóxido de carbono foi detectado em 4 ppm no primeiro horário matutino no ponto 2. No dia 28 no horário das 12h:30min às 13h:30min o valor de monóxido de carbono ficou em 1 ppm no ponto 4, foi notado neste local a presença de 3 roçadeiras que estavam realizando a poda da grama no parque, ainda em novembro no dia 28 neste mesmo horário nos pontos 1,2 e 3 os valores de CO ficaram em média 1,33 ppm, esse período foi de maior incidência de temperatura altas e a umidade mais baixo de todo mês de novembro, de acordo Tabela 3 - Escola de Agronomia – UFG , é importante também ressaltar que neste horário o trafego de veículo e o mais intenso.

Em março 2023 no dia 28, o valor de monóxido de carbono foi detectado nos pontos 1 com valor de 4 ppm e ponto 2 de 2 ppm nos horário de 12h:30min às 13h:30min, período em que o tráfego de veículos é bastante intenso com incidências de temperaturas mais altas do dia, houve 5 dias de estiagem, antes da medição no parque, entre os dias 22 à 27, já no dia da medição dia 28, houve 2,8 mm de precipitação, com ventos de 0,3 km/h e 67,5% de umidade do ar,

informações obtido de acordo com a Tabela 3 - Escola de Agronomia – UFG. Nos demais pontos não foi detectado nenhuns valores de monóxido de carbono, no ponto 3 o tráfego de veículos e menos intenso. Já o ponto 4 fica mais afastado de tráfego de veículo, abaixo das árvores. Também em maio 2023 no dia 28, foi constatado no ponto 1 no horário das 12h:30min às 13h:30min o valor de 1 ppm, período em que o tráfego de veículo é intenso e horário com temperatura mais altas do dia, com baixa precipitação e umidade do ar de todo período de estudo no parque.

Fig 2: Parque Vaca Brava.

Os valores de monóxido de carbono encontrados na Tabela 1 são referentes ao período com menos incidências de temperaturas, ventos mais fracos maior umidade dor ar, dessa forma alguns pesquisadores relatam, que não há níveis de exposição que não prejudiquem a saúde das pessoas que estão ali expostos a esse gás, diz Saldiva *et al*., (1994); Cançado *et al*., (2006).

Desse modo de alguma forma as pessoas que usam o parque para laser estão sujeitas a esse risco, aumentando assim o risco no período de estiagem com altas temperaturas e umidade relativa do ar baixa, podendo piorar ainda com a chegada das queimadas que neste período é muito intensa. Analisando então, que no período de mais crítico do ano com altas temperaturas e umidade baixas, o risco à saúde de quem usa o parque para exercício físico ou pra outros fins, estão expostos a risco maiores à saúde, principalmente os idosos e crianças que são mais vulneráveis neste período a doenças respiratórias.

Tabela 1 – Tabela de valores de monóxido de carbono e temperatura medida nos pontos de coleta do Parque Vaca Brava.

	2022						2023									
Pontos de coletas	**Outubro**		**Novembro**		**Dezembro**		**Janeiro**		**Fevereiro**		**Março**		**Abril**		**Maio**	
	CO[1]	TEMP[2]	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP
DIA 27																
07h30 - 08h30																
Ponto 1	ND[3]	29,00	ND	27,20	ND	26,00	ND	26,30	ND	28,10	ND	27,70	ND	25,90	ND	25,05
Ponto 2	ND	27,10	04	26,60	ND	26,10	ND	25,00	ND	30,10	ND	27,70	ND	28,56	ND	26,90
Ponto 3	ND	27,00	ND	26,40	ND	26,40	ND	24,40	ND	29,40	ND	27,45	ND	30,06	ND	26,86
Ponto 4	ND	25,00	ND	25,80	ND	26,00	ND	24,10	ND	27,80	ND	26,90	ND	28,50	ND	26,50
MÉDIA		27,02	04	26,5		26,12		24,95		28,85		27,44		30,06		26,57
12h30 - 13h30																
Ponto 1	ND	37,00	ND	35,60	ND	35,30	ND	31,00	ND	33,80	ND	37,40	ND	39,13	ND	37,56
Ponto 2	ND	36,60	ND	35,70	ND	37,60	ND	30,80	ND	34,50	ND	37,10	ND	40,00	ND	40,03
Ponto 3	ND	36,10	ND	36,30	ND	37,50	ND	30,50	ND	35,60	ND	36,20	ND	36,80	ND	37,43

Ponto 4	ND	35,40	ND	35,50	ND	35,60	ND	29,50	ND	33,80	ND	34,00	ND	35,03	ND	34,46
MÉDIA		36,27		35,77		36,5		30,45		34,43		36,17		37,74		37,38
								17h30 - 18h30								
Ponto 1	ND	36,50	ND	38,10	ND	33,30	ND	29,70	ND	31,60	ND	27,80	ND	31,80	ND	30,83
Ponto 2	ND	36,60	ND	34,60	ND	32,00	ND	27,30	ND	30,60	ND	26,90	ND	29,96	ND	28,90
Ponto 3	ND	36,10	ND	27,20	ND	30,20	ND	26,90	ND	29,80	ND	26,20	ND	30,00	ND	28,5
Ponto 4	ND	35,40	ND	27,20	ND	29,20	ND	26,20	ND	29,60	ND	26,50	ND	29,86	ND	28,05
MÉDIA		36,27		35,77		31,17		27,52		30,40		26,85		30,40		29,07

[1] CO: Monóxido de Carbono; [2] TEMP: Temperatura; [3] ND: Não Detectado.

Tabela 2 - Tabela de valores de monóxido de carbono e temperatura medida nos pontos de coleta do Parque Vaca Brava.

		2022										**2023**				
Pontos de coletas	**Outubro**		**Novembro**		**Dezembro**		**Janeiro**		**Fevereiro**		**Março**		**Abril**		**Maio**	
	CO[1]	TEMP[2]	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP	CO	TEMP
								DIA 28								
								07h30 - 08h30								
Ponto 1	ND[3]	29,10	ND	27,50	ND	25,10	ND	24,10	ND	25,70	ND	35,00	ND	26,90	ND	22,43
Ponto 2	ND	28,30	ND	27,60	ND	24,60	ND	24,00	ND	27,05	ND	34,10	ND	28,06	ND	23,86
Ponto 3	ND	28,00	ND	27,80	ND	24,50	ND	24,10	ND	26,55	ND	34,20	ND	28,73	ND	24,90
Ponto 4	ND	26,50	01	26,70	ND	24,40	ND	24,30	ND	25,80	ND	33,13	ND	27,83	ND	25,26
MÉDIA		27,97	01	27,4		24,65		24,12		26,27		34,10		27,88		24,12
								12h30 - 13h30								
Ponto 1	ND	37,70	02	38,60	ND	31,80	ND	39,20	1	29,30	04	36,90	ND	35,23	01	35,73
Ponto 2	ND	37,10	01	40,30	ND	31,35	ND	38,00	ND	28,25	02	35,80	ND	34,03	ND	36,30
Ponto 3	ND	36,60	01	40,00	ND	31,20	ND	36,10	ND	27,95	ND	34,30	ND	32,33	ND	33,90
Ponto 4	ND	35,00	ND	36,40	ND	30,30	ND	34,90	ND	27,10	ND	32,30	ND	31,23	ND	30,90
MÉDIA		36,6	1,33	38,82		31,16		37,05	01	28,15	03	34,82		33,20	01	34,28
								17h30 – 18h30								
Ponto 1	ND	37,10	ND	39,00	ND	32,00	ND	35,50	ND	28,70	ND	29,50	ND	31,90	ND	30,53
Ponto 2	ND	36,60	ND	36,90	ND	30,00	ND	32,60	ND	27,40	ND	29,00	ND	30,45	ND	30,01
Ponto 3	ND	35,60	ND	33,40	ND	31,00	ND	31,10	ND	26,10	ND	27,80	ND	29,73	ND	32,53
Ponto 4	ND	34,20	ND	31,30	ND	29,70	ND	31,40	ND	25,50	ND	27,40	ND	29,10	ND	31,65
MÉDIA		35,87		35,15		30,67		32,20		26,92		28,42		30,29		31,20

[1] CO: Monóxido de Carbono; [2] TEMP: Temperatura; [3] ND: Não Detectado.

Tabela 3 – Temperatura; precipitação; umidade e vento da Estação Evaporimétrica UFG.

CONTROLE DE METEROLÓGIA 2022/2023				
DIA 27	Temp¹ (ºC)	Precipitação (mm)	UR (%)	Vento (Km/h)
Outubro/22	32,98	0,0	60,0	0,7
Novembro/22	31,4	0,0	62,0	1,7
Dezembro/22	31,26	40,6	61,5	0,5
Janeiro/23	27,64	0,4	67,0	0,3
Fevereiro/23	31,22	0,0	61,5	0,6
Março/23	30,15	0,0	63,5	0,3
Abril/23	32,73	0,0	36,5	0,5
Maio/23	31,00	0,0	39,5	0,2
DIA 28	Temp¹ (ºC)	Precipitação (mm)	UR (%)	Vento (Km/h)
Outubro/22	33,48	4,0	63,0	0,1
Novembro/22	33,79	0,0	58,0	1,6
Dezembro/22	28,82	0,0	61,0	0,5
Janeiro/23	31,12	3,6	59,5	1,2
Fevereiro/23	27,1	0,6	66,0	0,4
Março/23	32,44	2,8	67,5	0,3
Abril/23	30,45	0,0	35,0	0,2
Maio/23	29,86	0,0	38,0	0,2

¹ Temp: Temperatura; ² UR: Umidade Relativa do ar.

Embora os níveis conhecidos sejam considerados aceitáveis pelos órgãos governamentais como não prejudiciais à saúde, autores defendem que não há níveis de exposição que não prejudiquem a saúde (SALDIVA *et al*., 1994; CANÇADO *et al*., 2006. De fato, uma vez que a hemoglobina tem 300 vezes mais afinidade com o CO do que com o O_2, uma pequena proporção de monóxido carbono pode reduzir drasticamente a capacidade de transporte de O_2 para as células.

No presente estudo os resultados de CO encontrado no parque Vaca Brava estão abaixo do limite permitido pelo órgão governamentais, sabendo disso não podemos deixar de considerar que esse poluente não exista no local, como defendem pesquisadores que dizem, "não há níveis de exposição que não prejudiquem a saúde".

Telles *et al*.(2006) e Mendes et al.(2010) ressaltam em relação a ocorrência de sintomas, alterações à saúde e risco de acidentes, os resultados encontrado nos seus estudo confirmam que na presença do CO ambiental, o corpo humano responde com o desenvolvimento de cefaleia, embaralhamento visual, tontura, irritabilidade, diminuição da percepção visual, cansaço, taquicardia, insônia, hipertensão, precordialgia, dislalia, desmaio, hiporreflexia, problemas respiratórios, irritação nos olhos, nariz e garganta, náuseas, dentre outros, estando os tabagistas mais propensos ao desenvolvimento de tais sintomas. Com o resultado encontrado do estudo do parque Vaca Brava, também pode relacionar ocorrência de alterações à risco a saúde e risco de acidentes, como relatado Telles *et al*. (2006) e Mendes *et al*. (2010), podendo agravar mais ainda nos períodos mais críticos do ano.

Para Nowak *et al*. (2006) utilizaram modelagem computacional para avaliar o quanto florestas urbanas de 55 cidades dos Estados Unidos removeram de poluentes da atmosfera. A absorção de poluentes variou entre as cidades e foi retirado da atmosfera um total de 711.000 t/m³ de O_3, PM10, NO_2, SO_2, CO. No ano 2010, Nowak *et al*. (2014) observaram que a área coberta por vegetação nas cidades americanas foi responsável pela remoção de 17,4 milhões de toneladas gerando uma economia de U$ 6,8 bilhões com a redução da utilização de sistemas de saúde e dias de trabalho perdidos. A contribuição da vegetação na atenuação da poluição atmosférica também pode ocorrer de forma indireta como na geração de O_3 devido à redução da temperatura. Durante a transpiração da vegetação ocorre a diminuição da temperatura e o aumento da umidade relativa do ar, diminuindo a emissão de hidrocarbonetos (MCPHERSON *et al*.,1998).

De acordo com Barreto, Freitas e Paiva (2009), a maneira mais comum de sequestro de carbono é naturalmente realizada pelas florestas. Afirma-se que na fase de crescimento, as árvores demandam grande quantidade de carbono para se desenvolver. Esse processo

natural ajuda a diminuir consideravelmente a quantidade de CO_2 na atmosfera, podendo ser removido pela fixação vegetal, por meio de plantas destinadas especialmente a essa finalidade.

Portanto, a cobertura vegetal, parte essencial do ecossistema, deve ser elemento conjuntural do planejamento sustentável, uma vez que traz benefícios à sociedade e ao meio ambiente. Segundo a Prefeitura do Município de São Paulo (2002) as áreas verdes desempenham funções importantes para a manutenção da qualidade ambiental urbana, através da diminuição da poluição atmosférica, sonora e visual, da proteção do solo, da regulação do ciclo da água e da diminuição da "ilha de calor". As áreas verdes também são utilizadas para a sinalização viária, o lazer, o referencial histórico e a identidade paisagística urbana; sendo por isso largamente ressaltada para a valorização imobiliária. Nesse sentido, Bargos e Matias (2012, p. 144) apontam que "a manutenção da vegetação em áreas urbanas sempre foi justificada pelo seu potencial em propiciar qualidade ambiental à população".

Na Figura 1 pode-se observar que o parque referente este estudo é bastante arborizado, podendo ter contribuído para o nível de CO baixos, como existe bastantes árvores é considerada como Preservação Permanente, devido nascente neste local, houve uma grande contribuição para que as temperaturas, umidade do ar ficassem mais confortáveis neste local.

Da mesma forma, Nowak (2002) afirma que a vegetação urbana pode direta ou indiretamente afetar a qualidade do ar em nível local e regional, alterando o ambiente atmosférico urbano. Segundo o autor as quatro principais maneiras que as árvores urbanas afetam a qualidade do ar são: redução de temperatura e outros efeitos do microclima, remoção de poluentes do ar, emissão de compostos orgânicos voláteis e efeitos energéticos nas construções, pois segundo Horowitz, Azambuja e Michael (2008) a presença da arborização privilegia, a ventilação e o resfriamento atenuam as temperaturas nas variações sazonais.

As árvores urbanas podem ter um efeito indireto, muitas vezes maior que seus benefícios complementares diretos pela absorção de CO (NOWAK, 1993). Segundo Laera (2006) este efeito indireto provém da capacidade de bloquear, através da sombra das árvores, a radiação solar direta sobre os edifícios, proporcionando assim o efeito de resfriamento nos prédios. Os efeitos de conservação de energia de uma árvore urbana única podem prevenir a liberação de 15 vezes mais carbono (C) atmosférico do que o montante de carbono que uma árvore pode sequestrar (SAMPSON *et al*.,1992).

Portanto a vegetação do parque em estudo é de grande importância para o equilíbrio da poluição do ar, temperaturas e umidade do ar neste local e em torno dele, mesmo em dias com altas temperaturas e em horário de tráfego de veículo intenso, os valores detectados de monóxido de carbono não ultrapassaram os limites toleráveis, proporcionando assim um ambiente mais seguro e agradável para à pratica de exercícios físicos e outros uso no parque.

De acordo com Barros *et al*. (2015) as áreas verdes urbanas reduzem a temperatura e , permitindo a infiltração das águas de chuva. O ar arborizado retém as partículas sólidas pela absorção de poluentes gasosos, como o gás carbônico controlando a poluição atmosférica. As áreas urbanas em torno do parque e bastante intensa, no entanto, existem muitas áreas com árvores e jardins nas calcadas, que ajuda na impermeabilização do solo e infiltração das águas das chuvas, possibilitando um ar mais arborizado que ajuda a reter partículas do monóxido de carbono, devolvendo para o ambiente um ar menos poluído.

Yang *et al*. (2008) quantificaram a remoção da poluição do ar da cidade de Chicago, nos Estados Unidos, através de um modelo de disposição seca ao longo de um ano. Os resultados mostraram que um total de 1675 kg de poluentes do ar foram removidos por 19,8 ha de telhados verdes, contabilizados em 52% de O_3, 27% de NO_2, 14% de MP10 e 7% de SO_2. Além disto, estimaram que a quantidade de poluentes removidos aumentaria para 2046.89 toneladas, se todos os telhados em Chicago fossem cobertos por telhados verdes intensivos.

Conforme Figura 4, foi observado nenhum estabelecimento ou moradia que tenha telhado verde, sua implantação seria um aliado muito grande para diminuir mais ainda esse poluente, em estudos em outros artigos mostram que, o telhado verde ou cobertura verde ajudaram a remover a poluição do ar, como diz Yang (2008), em Chicago nos Estados Unidos, que teve uma grande quantidade de remoção dos poluentes na cidade através dos telhados verdes implanta. A implantação desses telhados verde nas moradias em torno do parque seria uma alternativa para melhorar a qualidade do ar no parque e em torno dele.

IV. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste estudo, mostram que os níveis de CO estão abaixo do permitido pela legislação vigente. Foi observado também que os valores de monóxido de carbono na maioria dos meses estudados não foram detectados pelo aparelho. Por outro lado, pode-se considerar que a arborização do local funciona como

barreira, um filtro para esse nível baixo do monóxido de carbono, como relatam vários estudos. A área verde do parque é bastante importante para regularização da qualidade do ar nesta região e tornar mais fresco e saudável para quem frequenta o local.

Mesmo com os níveis baixos de CO no parque, não pode deixar de atentar, pois de acordo pesquisadores "quaisquer níveis de monóxido de carbono não deixam de trazer risco à saúde". Nos períodos de estiagem a poluição do ar no parque Vaca Brava tende a piorar, e o risca a saúde pode aumentar, além desse período de estiagem, com altas temperaturas e queimadas indevidas em toda região de Goiânia é bastante intenso nesta época, aumentando mais ainda os problemas com a saúde da população.

REFERENCES

[1] ACHOUR, H.; CARTON, J.G.; OLABI, A.G. Estimating vehicle emissions from road transport, case study: Dublin City. Applied Energy, v. 88, p. 1957-1964, 2011.

[2] ANDERSON, R. H. Air pollution and mortality: a history. Atmospheric Environment, v. 43, p. 142- 152, 2009.

[3] ARÁNGUEZ, E.; ORDONEZ, J .M.; SERRANO, J.; ARAGONÊS N.; FERNÁNDEZ-PATIER R.; GANDARILLAS,A. Contaminantes Atmosféricos Y su Vigilância. Rev Esp Salud Pública, v.73, n. 2, p.123-132, 1999.

[4] ARBEX, M.A.; SANTOS, U.P.; MARTINS, L.; SALDIVA, P.H.N.; PEREIRA, L.A.A.; BRAGA, A.L.F. Poluição do ar e o sistema respiratório. J Bras Pneumol, v. 38, n.5, p. 643-655, 2012.

[5] BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A.M.V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H.C.L, Sá CARVALHO,S.M.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. Epidemiol Servi Saúde, v. 18, n.3, p.285-304, 2009.

[6] BARRETO, L.; FREITAS, A. C. S.; PAIVA, L. C. Sequestro de carbono. Centro Científico Conhecer, Goiânia, Enciclopédia Biosfera, v. 7, 2009.

[7] BOHM, G.M. Poluição atmosférica: como os principais poluentes provocam doenças. Saúde Meio Ambiente. Rev. Interdisciplinar, Pará, v. 4, n. 2, p. 90-102, 2015.

[8] BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com a aplicação de geotecnologias. Soc. & Nat., Uberlândia, v. 24 n. 1, p.143-156. 2012.

[9] BARROS, A. S.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; DANTAS, J. Índices de áreas verdes públicas no perímetro central da cidade de Juazeiro do Norte-CE. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 8, n. 4, 2015.

[10] BOTELHO, C.; CORREIA, A.L.; SILVA, A.M.; MACEDO, A.G.; SILVA, C.O. Environmental factors and hospitalization of under-five children with acute respiratory infection. Cad. Saúde Pública, v.19, n.6, p.1771-1780, 2003.

[11] BRAGA, B. et al. Introdução a Engenharia Ambiental: O desafio do Desenvolvimento Sustentável. 2. ed. São Paulo: Prentice-Hall. 2002.

[12] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2018. Emissões Veicular. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviarios_2013.pdf. Acesso em: 18 out. 2018.

[13] CANÇADO, J.E.D.; BRAGA, A.; PEREIRA, L.A.A.; ARBEX, M.A.; SALDIVA, N.P.H.; SANTOS, U.P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. J. Bras. Pneumol, v.32, p. S5-S11, 2006.

[14] CARVALHO, C. H. R. Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros. Report Pesquisa da Diretoria de Estudos Regionais e Urbanos (Dirur) do Ipea, 2011. Disponível em: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/91332/1/664398472.pdf. Acesso em: 17 mar. 2019.

[15] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de Emissões Veiculares do Estado de São Paulo, 2011. Disponível em: http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-ontent/uploads/sites/35/2013/12/relatorioemissoes-veiculares-2011.pdf. Acesso em: 17 mar. 2019.

[16] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2016. Qualidade do ar no estado de São Paulo 2015. São Paulo, CETESB, p.165.: il. color.

[17] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Emissões veiculares no Estado de São Paulo 2015. São Paulo: CETESB, 2016, 214 p. Disponível em: http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/Relatorio-EmissoesVeiculares-2015-subst-011116.pdf. Acesso em: 21 nov. 2018.

[18] CHASIN, A. A. M.; PEDROSO, M.F.M.; SILVA, E.S. Fatores que interferem nos resultados das análises toxicológicas dos indicadores biológicos de monóxido de carbono. Revista Bras Toxicol, v. 7, n.1/2, p.15-22,1994.

[19] CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990 Publicada no DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939.

[20] COBURN, R.F. O corpo armazena monóxido de carbono Ann. NY Acad. Sei, v. 174, p.11-22, 1970.

[21] DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito, Frota de Veículos nacional. Disponível em: http://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018. Acesso 18 out 2018.

[22] DETRAN. Departamento de Trânsito de Goiânia. Frotas de Veículos de Goiânia. Disponível em: http://inside.detran.go.gov.br/frota/index.htm. Acesso em: 16 mar 2019.

[23] DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R.R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. Estudos Avançados, v.30, n.86, p.83-97, 2016.

[24] FERREIRA, C. C. M.; OLIVEIRA, D. E. Revista do Departamento de Geografia, Volume Especial, p. 98-114, 2016.

[25] GERAVANDI, S.; GOUDARZI, G.; BABAEI, A.A.; MOHAMMADI, J.M.; NIRI, M.V.; SALMANZADEH, S.; SHIRBEIGI, E (2015) Health endpoint attributed to sulfur dioxide air pollutants. Jundishapur J. Health Sci, v.7, n.3, p. 293-77.

[26] GILMAN, Alfred Goodman. As bases farmacológicas da terapêutica. v.10.ed. Rio de Janeiro, 2003.

[27] HOROWITZ, F.; AZAMBUJA, G. B.; MICHELS, A. F. Estratégias para conforto térmico com captação solar em casa-envoltória no (sub) trópico úmido. II Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2008. Disponível em: http://www.ufrgs.br/casae/Artigo_CBENS_ISES08v7_revisado.pdf. Acesso em: 20 mar.2019.

[28] HELENE, M. E. M. et al. Poluentes atmosféricos. São Paulo: Scipione, p.63, 2009.

[29] IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente. 1° Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil. 2014.

[30] IARC. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. IARC Press release n. 221, 17 October 2013. http://www.iarc.fr/en/media-Centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf. Acesso em: 16 mar. 2018.

[31] JAFFE, L.S. Monóxido de carbono ambiente e seu destino na atmosfera. J. Air Pollut. Assoc. Controle, v.18, p. 534-540, 1968.

[32] JOHNSON, R.A.; KOZMA, F.; COLOMBARI, E. Carbon Monoxide: from toxin to endogenous modulator of cardiovascular functions. Braz J. Med, v. 32, n.1, p.1-14, 1999.

[33] LAERA, L. H. N. Valoração econômica da arborização - a valoração dos serviços ambientais para a eficiência e manutenção do recurso ambiental urbano. Dissertação (Mestrado). 2006.132 fls. Departamento de análise geo-ambiental Programa de pós-graduação em ciência ambiental. Instituto de geociências - Universidade Federal Fluminense. Disponível em: http://www.uff.br/cienciaambiental/dissertacoes/LHNLaera.pdf. Acesso em: 19 Abr. 2019.

[34] MACHADO, P. L. O. A. Carbono do Solo e a Mitigação da Mudança Climática Global. Química Nova, v. 28, n. 2, p.329-334, 2005.

[35] MOHAMMAD, J.G.; HOSSEIN, K.; SEYED, J.S.; KAMAL, A.; DAVOOD, P. Occupational Exposure to Carbon Monoxide of Taxi Drivers in Tehran, Iran. IJOH, v.3, n.2, p.5662, 2011.

[36] MANZOLI, A.; SCHAAL, R. E. Circulação de veículos com motores frios: o problema da emissão de CO e HC. Rev. Minerva, v. 6, n. 1, p. 31-38, 2009.

[37] MENDES, P.C.; FERREIRA, D.A.; ROLDÃO, A.F.; SILVA, N.R. Poluição atmosférica e saúde humana na cidade de Uberlândia-MG. In: 1º Simpósio Internacional Saúde Ambiental e a Construção de Cidades Sustentáveis, Uberlândia-MG, v.1, p.639-48, 2010.

[38] MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. São Paulo, USP/FFLCH, Tese (Livre Docência), 1976.

[39] MOREAU, R. L.M.; SIQUEIRA, M. E. P. B. Toxicologia analítica, Rio de Janeiro, v.1, 2011.

[40] NEWBY, D.E.; MANNUCCI, P.M.; TELL, G.S, et al.; ESC Heart Failure Association. Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. Eur Heart J, 2015, v.36, n.2, p.83-93b, 2015. Epub 2014 Dec 9.

[41] NOWAK, D. J. et al. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. Environmental Pollution, v.193, p.119-29, 2014.

[42] NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. Urban Forestry & Urban Greening, v.4, n.3, p.115-23, 2006.

[43] NOWAK, D. J. Atmospheric carbon reduction by urban trees. Journal of Environmental Management, n. 37, p. 207-217, 1993.

[44] OGA, S; CAMARGO, M. A. B; OLIVEIRA, J. A. Fundamentos de toxocologia. v.3,ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

[45] PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Atlas ambiental do município de São Paulo" fase: diagnóstico e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no município de São Paulo. 2002. Disponível em: http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/conteudo/cobertura_vegetal/veg_apres_02.pdf. Acesso em: 27 jun. 2016.

[46] RAUB, J.A.; MATHIEU-NOLF, M.; HAMPSON, N.B.; THOM, C.S.R. Monóxido Envenenamento-A Perspectiva de Saúde Pública. Toxicologia, v.145, p.1-14, 2000.

[47] ROGOT, E.; PADGETT, S.J. Associations of coronary and stroke mortality with temperature and snowfall in selected areas of the United States, 1962-1996. Am J Epidemiol, v.6, p.565-575,1976.

[48] ROSA, A.M.; IGNOTTI, E.; BOTELHO, C.; CASTRO, H.A.; HACON, S.S. Respiratory disease and climatic seasonality in children under 15 years old in a town in the Brazilian Amazon. J Pediatr, v.84, n. 6, p. 543-549, 2008.

[49] SAMPSON, R. N.; MOLL, G. A.; KIELBASO, J. Opportunities to increase urban forests and the potential impacts on carbon storage and conservation. In Forests and Global Change Volume One: Opportunities for Increasing Forest Cover (Dwight Hair and R. Neil Sampson, eds.) p. 51-72. American Forests, Washington, DC, 1992.

[50] SECIMA Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos SECIMA Goiás. Relatório de monitoramento da qualidade do ar 2016-2017: disponível em: http://www.meioambiente.go.gov.br/post/ver/214701/relatorio-da-qualidade-do-ar-e-da-Agua. Acesso em: 15 out.2018.

[51] SALDIVA, P.H.; LICHTENFELS, A.J.; PAIVA, P.S.; BARONE, I.A.; MARTINS, M.A, MASSAD E. et al. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report. Environ Res, v.65, n.2, p.218-25, 1994.

[52] SILVA-JÚNIOR, J.L.R.; PADILHA, T.F.; JORDANA, E.R.; RABELO, E.C.A.; FERREIRA, A.C.G.; RABAHI, M.F. Efeito da sazonalidade climática na ocorrência de sintomas respiratórios em uma cidade de clima tropical. J Bras Pneumol, v.37, n.6, p.759-767, 2011.

[53] SHAFIG, M.; KHAN, S.; KHAWAIA, M.R.; HAQUE, S.; KHAN, J.A. Socio-demographic correlates of exhaled

breath carbon monoxide in Karachis`s adult population. J Pak Med Assoc, v. 58, n .2, p.75-78, 2008.
[54] SNYDER, E.G.; WATKINS, T.H.; SOLOMON, P.A.; THOMA, E.D.; WILLIAMS, R.W.; HAGLER, G.S.W.; SHELOW, D.; HINDIN, D.A.; KILARU, V.J.; PREUSS, P.W. (2013) The changing paradigm of air pollution monitoring. Environ. Sci. Technol, v.47, p. 11369-11377, 2013.
[55] SIQUEIRA, M.E.P.B.; MARTINS, I.; COSTA, A.C.; ANDRADE, E.L.; ESTEVES M.T.C.; LIMA, S.A. Valores de referência para Carboxihemoglobina. Rev Saude Publica,v. 31, n.6, p. 618-263, 1997.
[56] TELLES, J.; RODRIGUEZ, A.; FAJARDO, A. Contaminacion por Monóxido de Carbono: um Problema de Salud Ambiental. Rev Salud Pública, v. 8, n.1, p.108-117, 2006.
[57] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Environmental healt criteria 213. Carbon Monoxide. 2. ed. Environmental Protection Agency. Research triangule park, North Carolina, USA; 1999.
[58] YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. Atmospheric Environment, v.42, 31, p. 7266–7273, 2008.
[59] YAMAMOTO, S. S.; PHALKEY, R.; MALIK, A. A. A systematic review on fair pollution as a risk fator for cardiovascular disease in South Asia: Limited evidence from India and Pakistan. International Journal of Hygiene and Environmental Health, v. 217, p. 133 – 134, 2014.
[60] YAO, Y.C.; TSAI, J.H.; WANG, I.T. Emissions of gaseous pollutant from motorcycle powered by ethanol–gasoline blend. Applied Energy, v.102, p. 93-100, 2013.